

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 03-022410

(43) Date of publication of application : 30.01.1991

(51) Int. Cl. H01L 21/203
H01L 21/205

(21) Application number : 01-157893 (71) Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

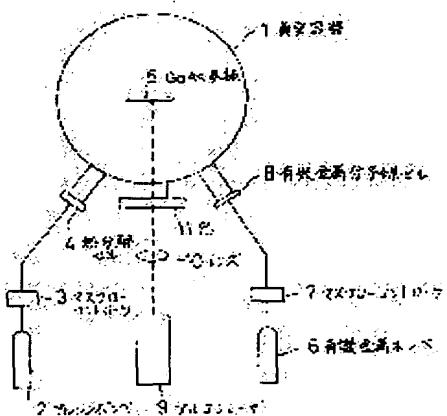
(22) Date of filing : 19.06.1989 (72) Inventor : SUGIURA HIDEO
YAMADA TAKESHI
IGA RYUZO

(54) FORMATION OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

(57) Abstract:

PURPOSE: To form a semiconductor film having a fine pattern without using lithographic technique by growing a GaAs film while irradiating a substrate with an argon laser beam from outside of a vacuum container in a metal organic molecular beam epitaxial process.

CONSTITUTION: In an metal organic molecular beam epitaxial process (MOMBE), wherein a semiconductor thin film is formed on a single crystal substrate 5 by using a molecular beam of triethylgallium, which is an organic metal, and a molecular beam of a hydride obtained by heat decomposing arsine, a GaAs film is grown while irradiating a substrate 5 with an argon laser beam from outside of a vacuum container 1. In this MOMBE, the film is grown in a vacuum lower than 10⁻⁴Torr, so that the organic metal molecular beam reaches the substrate 5 without colliding on the residual gas, and individual organic metal molecules scarcely move on the substrate surface. Further, because a window 11 for introducing the laser beam is a flat plate, a fine optical pattern can be projected on the substrate without deformation. Thus, a semiconductor film with the fine pattern can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2000 Japan Patent Office

⑪ 公開特許公報 (A) 平3-22410

⑥Int. CL.⁵H 01 L 21/203
21/205

識別記号

府内整理番号

⑪公開 平成3年(1991)1月30日

M 7630-5F
7739-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑩発明の名称 半導体薄膜形成法

⑪特 願 平1-157893

⑪出 願 平1(1989)6月19日

特許法第30条第1項適用 1989年1月23日、アメリカン インスティツゥト オブ フィジックス発行の「アプライド フィジックス レターズ54巻4号」に発表

⑪発明者 杉浦 英雄 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑪発明者 山田 武 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑪発明者 伊賀 龍三 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑪出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑪代理人 弁理士 高山 敏夫 外1名

明細書

1. 発明の名称

半導体薄膜形成法

2. 特許請求の範囲

真空容器内で有機金属であるトリエチルガリウム (TEGa) の分子線とアルシン (AsH₃) を熱分解した水素化物の分子線を用いて単結晶基板上に半導体薄膜を形成する有機金属分子線エビタキシ法において、真空容器外からアルゴンレーザビームを前記基板上に照射しながら、GaAs膜成長を行うことを特徴とする半導体薄膜形成法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、基板上の任意の場所に組成が制御された化合物半導体薄膜を形成する方法に関するものである。

(従来の技術)

半導体素子の高度化、高機能化は時代の趨勢である。これにともない、素子の構造はより細かくより複雑となっている。この要求に答えるために

従来は、面内に一様な厚さ・組成の膜を形成したのち、高度なリソグラフ技術を用いて面内に複雑な凹凸を有する素子構造を作製していた。最近、複雑なプロセス行程を簡素化するため、薄膜形成時に面内の一場所の厚さを制御しようとする試みがなされている。たとえばアプライドフィジックスレターズ (Applied Physics Letters) 47巻 1985年 p.95 にあるように、有機金属熱分解法 (以下 MOCVDと略す) を用いて、GaAs膜を形成する際に基板にアルゴンレーザを照射することにより、照射部分にのみ膜形成を行う技術が開発されている。選択成長する理由は原料の有機金属が光照射によって分解されるからである。光源としてはアルゴンレーザばかりでなく低圧水銀ランプ、エキシマレーザなどでも効果があることが報告されている。ただし、エキシマレーザには2つの欠点がある。第一に、レーザの波長が有機金属の吸収波長に一致するので、有機金属は基板上ばかりでなく、雰囲気中でも分解される。第二に、パルス発振レーザであるためパルスのエネルギーが非常

に大きく、レーザ照射にともなう温度上昇が顕著となる。このような欠点を有するため光分布どうりのパターンは得られていない。

(発明が解決しようとする課題)

これまでの光照射による選択成長では膜成長法にもっぱら MOCVD が用いられてきた。このため細かいパターンを形成出来ないという欠点があった。その原因は、(a) MOCVD 法では数 10-760 Torr の圧力の水素ガス雰囲気下で膜成長を行うため、基板上で有機金属の流れが生じ、その結果、選択膜の形状がなだらかになる、(b) 成長容器つまり反応管はガラス製の円筒形であるため、微細な光干渉パターンを基板に投影出来ないからである。さらに、選択成長の可否は基板の伝導型にも依存し、n 型では可能であるが、半絶縁性基板では選択成長しない。これは、選択成長をテバイスに応用するときに、おおきな制約となる。

(発明の目的)

本発明は上記の欠点を改善するために提案されたもので、その目的はリソグラフ技術を用いること

- 3 -

なく基板上に投影できる作用を有する。換言すれば、本発明は MMBE に Ar レーザを照射させることにより、微細パターンの半導体薄膜がえられる特徴を有するものである。

(実施例)

次に本発明の実施例について説明する。

なお実施例は一つの例示であって、本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の変更あるいは改良を行いうることは云うまでもない。

第 1 図は本発明の実施例を説明するための構成図であって、図において、1 は真空容器、2 はアルシンポンベ、3 と 7 はマスフローコントローラ (以下 MFC と略す)、4 は熱分解セル、5 は GaAs 基板、6 は有機金属ポンベ、8 は有機金属用分子線セル、9 はアルゴンレーザ、10 はレンズ、11 は窓である。

(実施例 1)

アルゴンレーザを用いてスポット状の GaAs 膜の選択成長を行った例を述べる。まず真空容器 1 を 10^{-10} Torr の高真空中にひいた。ヒ素原料のハイ

となく微細なパターンを有する半導体膜を形成できる半導体薄膜形成法を提供することにある。
(課題を解決するための手段)

上記の目的を達成するため本発明は真空容器内で有機金属であるトリエチルガリウム (TEG) の分子線とアルシン (AsH_3) を熱分解した水素化物の分子線を用いて単結晶基板上に半導体薄膜を形成する有機金属分子線エピタキシ法において、真空容器外からアルゴンレーザビームを前記基板上に照射しながら、GaAs 膜成長を行うことを特徴とする半導体薄膜形成法を発明の要旨とするものである。

(作用)

本発明は膜成長法に有機金属分子線法 (以後 MMBE と略す) を用いており、MMBE では 10^{-4} Torr 以下の真空中で膜成長を行うため、有機金属分子線は残留ガスに衝突することなく基板に到達し、個々の有機金属分子は基板表面ではほとんど移動しない。またレーザビームを導入する窓は平板であるため、微細な光学パターンを変形すること

- 4 -

ドライドガスには 100% の濃度のアルシンを用いた。ポンベ 2 からアルシンの流量を MFC 3 を用いて 6 cc/分に設定し、950°C に加熱した熱分解セル 4 でヒ素分子線を形成した。熱分解のとき水素が生成されるため真空容器の真空中は約 10^{-4} Torr まで増加した。ヒ素分子線を照射しながら GaAs 基板 5 を 600°C まで加熱して基板表面を清浄化し、ヒ素分子線をあてながら基板温度を 425°C に降温した。ガリウムの原料の有機金属にはトリエチルガリウム (以下 TEG と略す) を用い、TEG ポンベ 6 を開けて、その流量を MFC 7 で 1 cc/分で調整し、有機金属用分子線セル 8 から TEG 分子線を基板にむけて照射した。このようにして GaAs 膜の成長を開始した。数分後に、アルゴンレーザ 9 から強度 $500 \mu W$ のレーザビームを出射した。レーザビームはレンズ 10 を用いて集束し、窓 11 を通して GaAs 基板に垂直に照射した。その際、レーザビームの直径が $400 \mu m$ になるように調整した。一時間後に TEG の供給をとめて、GaAs 膜の成長を終了した。これと同時にレーザビ

- 5 -

- 72 -

- 6 -

ームの照射も停止した。このようにして作製した膜のレーザ照射部分にはスポット状の突起が見られた。

第2図はスポットの断面の高さ分布である。レーザの光強度分布を反映して直径400μmのガウス型分布している。

図に示すように、スポットの高さはレーザ強度に正比例して増加する。これは、本方法によるGaAsの成長速度の増加は光反応であることを意味する。なお、アルゴンレーザ照射による成長速度の増加は、ガリウム原料にTEG、ヒ素原料にアルシンのかわりに金属ヒ素を用いた場合にも、同様にみられた。

第3図(イ)はレーザ照射部分と非照射部分の成長速度の基板温度依存性を示す。(ロ)図は基板上の薄膜の成長速度を示す。上記の結果からレーザ照射の効果は基板温度400-550°C範囲が好ましい。この温度依存性はn型、p型および半絶縁性基板でまったく同一であった。

第4図はレーザ電力と選択的成長速度との関係

- 7 -

第6図(イ)図はレーザ照射部分の膜の断面形状で、幅90μmの線が7本みられる。この形状は、(ロ)図にしめした光強度分布とよく一致していた。したがって、所望のパターンを種々の光学機器を用いて形成すれば、そのとうりのパターンを持つ膜を形成できる。実際、ホログラフ技術を用いて微細パターン形成した結果、4ミクロンピッチの縞を持つ膜を得ることができた。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば真空容器内で有機金属であるトリエチルガリウム(TEGa)の分子線とアルシン(AsH_3)を熱分解した水素化物の分子線を用いて単結晶基板上に半導体薄膜を形成する有機金属分子線エピクキシ法において、真空容器外からアルゴンレーザビームを前記基板上に照射しながら、GaAs膜成長を行うことにより、基板上に所望な場所に複雑な凹凸有するパターンを、リソグラフ技術を用いることなく、形成できる。光・電子集積回路(OEIC)は、将来のキーデバイスとして期待されているが、これを作製す

を示す。この場合のレーザビームの直径は400μmである。

(実施例2)

次に縞状のパターンを形成した例について述べる。第5図に本発明に用いられた装置の構成図を示す。

図において1は真空容器、2はアルシンポンベ、3はマスフローコントローラ、5はGaAs基板、6は有機金属ポンベ、7はマスフローコントローラ、8は有機金属用分子線セル、9はアルゴンレーザ、10はレンズ、11は窓、12はビームエクスパンダ、13はマスクを示す。

実施例1と同一の手順でGaAs基板を用意し、TEGを照射してGaAsの膜を作製した。ただし、レーザビームは、レーザビームをいったんビームエクスパンダ12を用いて直径5mmに拡大し、その後1mmピッチの縞状に金属が塗布されたガラス板、つまりマスクを通過させることによってレーザビームを回折させ、さらにレンズ10を用いて、基板上に回折パターンを集束した。

- 8 -

るには、膜成長・プロセスを数回繰り返す必要がある。再成長の界面には多くの結晶欠陥が発生し、素子の性能低下の最大の原因となっている。本発明方法をOEICに応用すれば、工程が大幅に削減できるばかりでなく、界面に欠陥を発生することもないため、素子の性能向上・信頼性向上におおいに役立つ。

なお実施例では、GaAsの作製例をしめしたが、InP、GaP、などの2元系化合物で選択成長を確認している。これらの結果から3元、4元化合物の選択成長が可能であることは容易に予想される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に用いられる装置、第2図はスポットの断面の高さ分布、第3図(イ)はレーザ照射部分と非照射部分の成長速度と基板温度との関係、(ロ)は基板上の薄膜の成長速度、第4図はレーザ電力と選択的成長速度との関係、第5図は本発明の第2実施例に用いる装置、第6図(イ)はレーザ照射部分の膜の断面形状、(ロ)は光強度分布を示す。

- 9 -

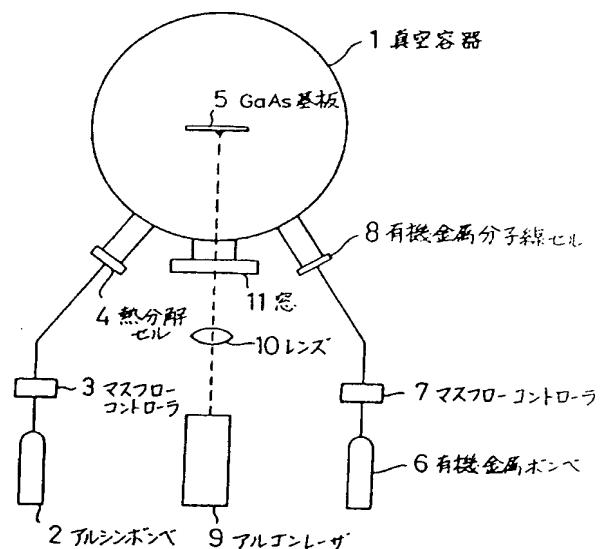
-73-

- 10 -

1…真空容器、2…アルシンポンベ、3、7…
 マスフロコントローラ、4…熱分解セル、5…
 GaAs基板、6…有機金属ポンベ、8…有機金属用
 ポンベ、9…アルゴンレーザ、10…レンズ、
 11…窓、12…ビームエクスパンダ、13…マ
 スク。

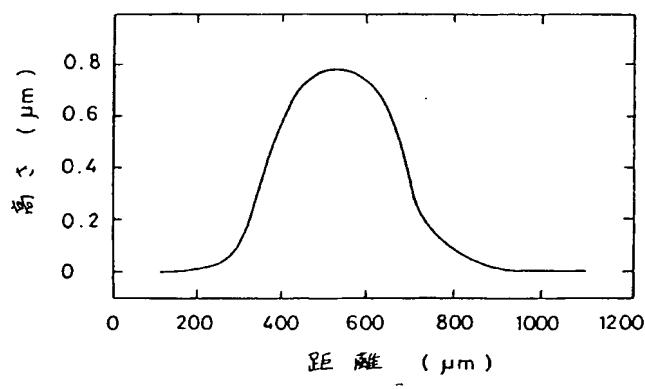
特許出願人 日本電信電話株式会社
 代理 人 弁理士 高山 敏夫
 (ほか1名)

第1図



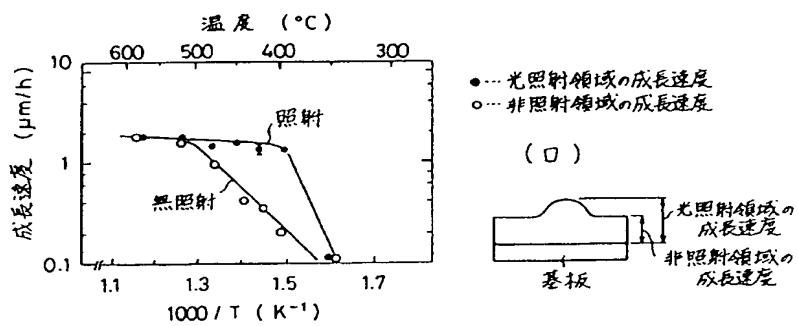
- 11 -

第2図



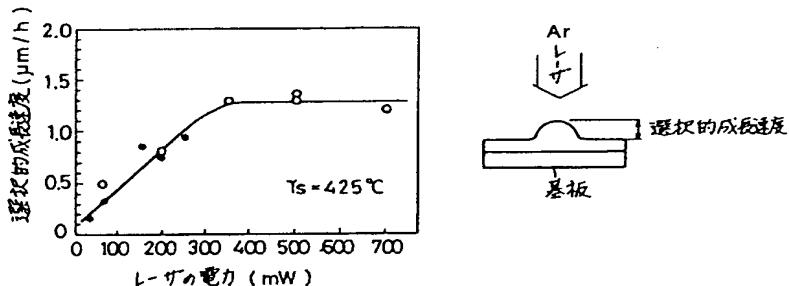
第3図

(1)

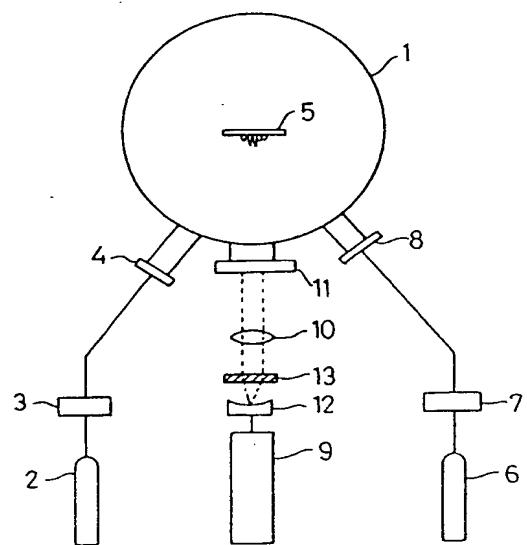


第4図

(1)

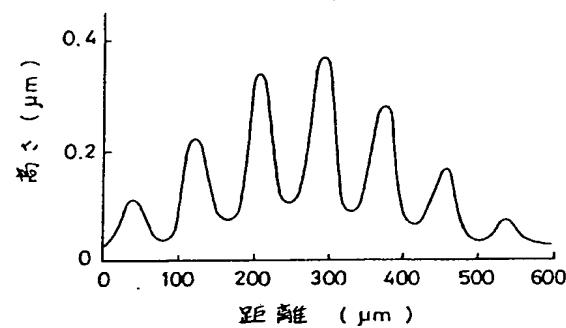


第5図



第 6 図

(イ)



(ロ)

